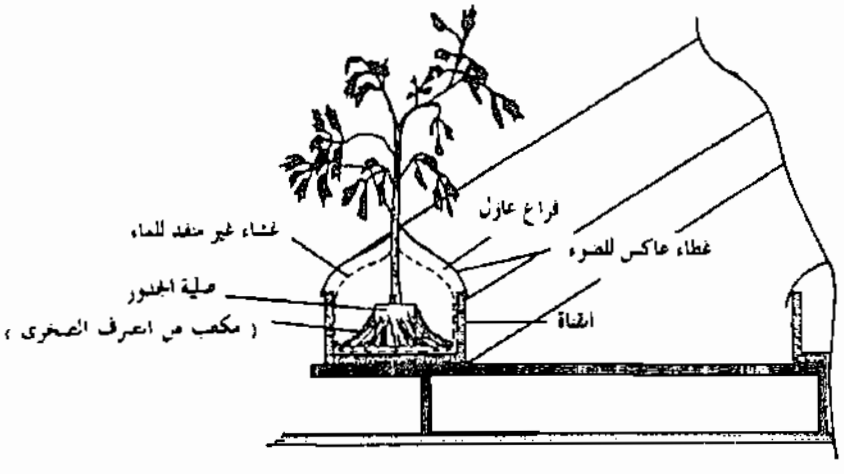
تلقائيًا عند انقطاع التيار الكهربائى، وتواجد مضختين تعملان بالتبادل لتأمين استمرار ضخ المحلول المغذى فى حالة تعطُل إحداهما عن العمل

٤- الحاجة إلى أفراد ذوى مستوى عال من الخبرة والكفاءة لإدارة هذه المزارع

تصميم مزارع تقنية الغشاء المغذى

يتم أولاً إعداد قنوات مستوية تماما وخالية من أية تعرجات، وتوضع على أرضية من الأسمنت تميل بمقدار ١٪. وتصنع هذه القنوات من الخشب، أو البلاستيك، أو المعدن، أو الأسمنت (شكل ٦-٣) وترجع أهمية استواء القنوات إلى عدم إعطاء أية فرصة لتوقف المحلول المغذى بأية انخفاضات قد توجد بها، نظرًا لأن البقع الراكدة تصبح خالية من الأكسجين بعد فترة قصيرة من تنفس الجذور.



شكل (٦-٣): قناة تقنية الغشاء المغذى، وقد بطنت بالبوليثيلين

يبلغ عرض القنوات — عادة — ٢٣ سم، وارتفاعها ٥ سم فى مزارع الطماطم والخيار، أما طولها، فيجب ألا يزيد على ٣٠-٤٠ مترًا كحد أقصى، ويجب أن تكون غير منفذة للماء وفى حالة صنعها من مواد منفذة للماء، فإنه يلزم تبطينها بغشاء بلاستيكى وفى هذه الحالة يجب أن يكون الغشاء عريضًا بالقدر الذى يكفى

لتغطية قمة القناة ومكعبات إكثار الشتلات. ويستعمل لذلك الغرض غشاء بلاستيكى بسمك ١٣٠ ميكرونًا على الأقل؛ لأن الأغشية الأقل سمكًا من ذلك يمكن أن تلتصق بها الجذور وتتشابك؛ مما يجعل المحلول المغذى يمر من حول الجذور، بدلاً من أن يمر من خلالها. أما القنوات التى تصنع من مواد غير منفذة للماء، فإنها لا تحتاج إلى تبطين، ولكنها تحتاج إلى غطاء، وقد يكون هذا الغطاء من البلاستيك أو أية مادة غير صلبة.

وترجع أهمية أغطية القنوات إلى كونها:

١- تمنع فقد الماء بالتبخر.

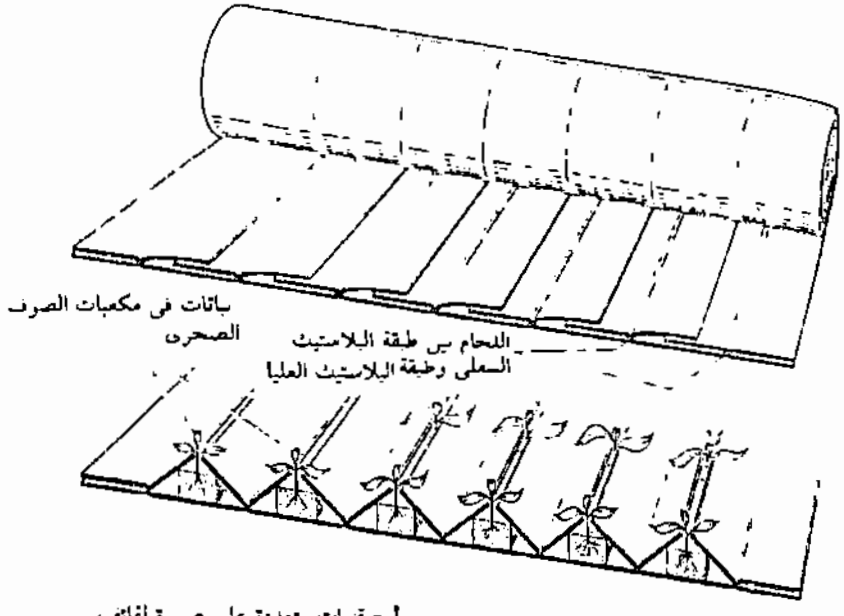
٢- تحجب الضوء عن القنوات؛ فتمنع بذلك نمو الطحالب التى تمتص الغذاء وتؤدى إلى بط انسياب غشاء المحلول المغذى.

٣- تساعد على التحكم فى درجة حرارة الجذور.

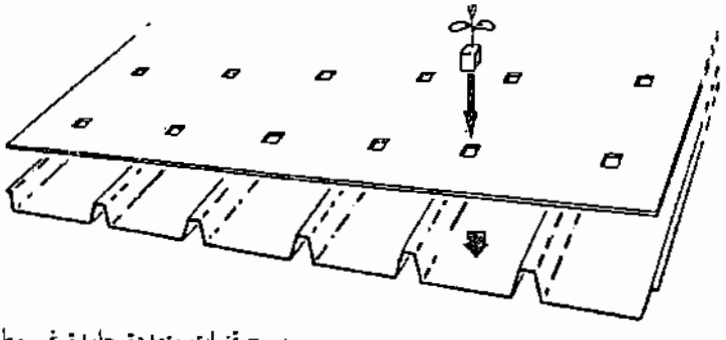
ومن المفضل أن يكون السطح الخارجى لأغطية القنوات أبيض أو فضى اللون؛ لتقليل اكتساب الحرارة، وللعمل على عكس الضوء وتشتيته حول النباتات التى قد تكون بحاجة إليه فى المناطق والظروف التى تقل فيها شدة الإضاءة . هذا .. بينما يؤدى الغطاء الأسود إلى رفع درجة حرارة الهواء كثيرًا داخل القنوات فى الأيام الحارة صيفًا إلى القدر الذى قد يضر بالجذور. أما الغطاء البلاستيكى الأبيض فإنه لا يحجب الضوء بالقدر الكافى؛ وعليه .. فإن الغشاء البلاستيكى المستعمل فى تغطية القنوات يكون ذا لون أسود من الداخل وأبيض من الخارج. وقد تستعمل فى المناطق الشديدة الحرارة أغطية للقنوات عازلة للحرارة تتكون من غشاءين من البلاستيك بينهما مسافة من الهواء الساكن. هذا .. وتتوفر بالأسواق لفائف بوليثيلين جاهزة للاستعمال فى تقنية الغشاء المغذى (شكل ٦-٤أ). كما تتوفر قنوات متعددة غير مطوية (شكل ٦-٤ب).

وأيًا كانت المواد المستخدمة فى تبطين أو تغطية القنوات، فإنها يجب ألا تكون سامة للنباتات، ويعرف هذا التسمم باسم "Phytotoxicity"، وهو قد يكون شديدًا للغاية

ويؤدى إلى سرعة تدهور النباتات وموتها، أو أقل تأثيرًا، حيث تعانى النباتات ضعف النمو بدرجات متفاوتة.



أ - قنوات متعددة على صورة لفائف



ب - قنوات متعددة جامدة غير مطوية

شكل (٦-٤) قنوات مزارع تقنية الغشاء المغذى الجاهزة التحضير على صورة لفائف يتم فردها Flexble(أ)، وأخرى غير مطوية Rigid (ب).

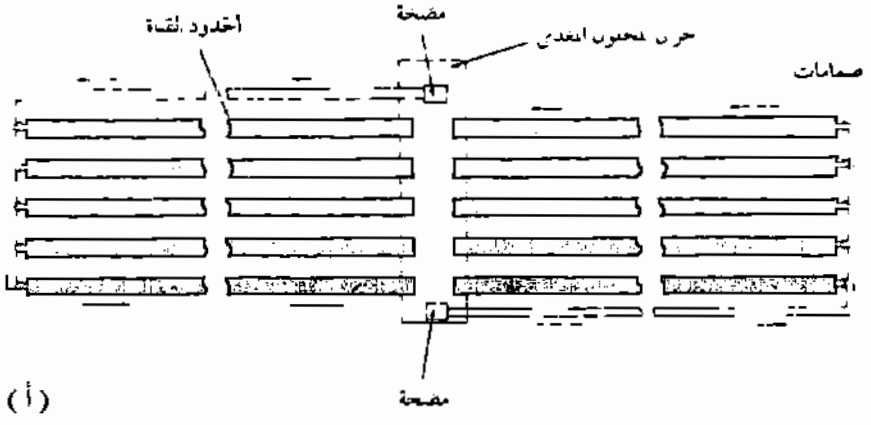
ومن المواد المأمونة الاستعمال فى تبطين القنوات وتغطيتها البوليثيلين، والبولى

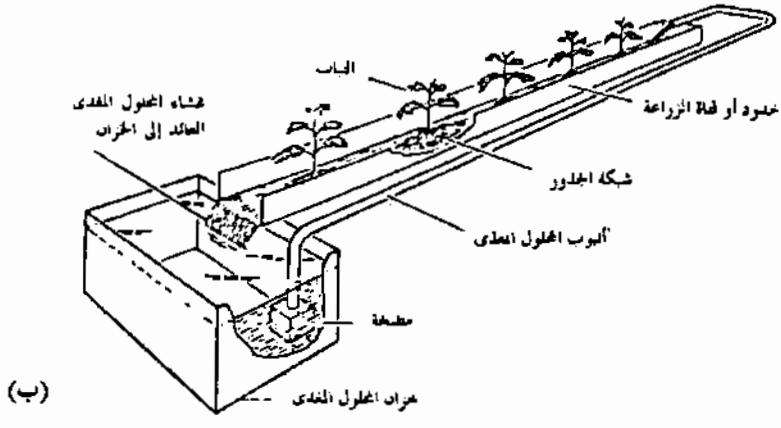
بروبلين والـ Acrylonitrile Butadine Styrene (اختصارًا: ABS)، والبولى فينايل كلورايد الجامد Rigid PVC

ومن المواد التى أحدث استعمالها تسممًا للنباتات: البولى فينايل كلورايد المرن Flexible PVC، والمطاط كما يجب تجنب استعمال المعادن التى تحتوى على عناصر دقيقة؛ مثل النحاس، والزنك، حتى لا تتراكم بتركيزات عالية سامة فى المحلول المغذى.

يتجمع المحلول المغذى بالجاذبية الأرضية فى خزان يوضع فى نهاية القنوات، ثم يعاد ضخه من الخزان إلى قناة رئيسية تكون متعامدة على النهايات العلوية للقنوات، وتزودها بالمحلول من خلال أنابيب رفيعة أو صمامات خاصة (شكل ٦-٥). ويتم ضبط معدل تدفق المحلول المغذى بحيث يكون على صورة غشاء بسمك ٣ مم على امتداد قاع القناة؛ لأن زيادة سمكه عن ذلك تؤدى إلى حجب الأكسجين عن الجذور. ولتحقيق ذلك يفضل أن يكون معدل تدفق المحلول المغذى حوالى لترين/دقيقة بكل قناة. ويستمر تدفق المحلول طول الوقت أحيانًا. أو لمدة ١٠ دقائق كل ١٥ دقيقة فى أحيان أخرى. هذا .. وتخدم كل مضخة مساحة من المزرعة تتراوح بين ١٩٠٠-٢٠٠٠ متر مربع (Wittwer & Honma ١٩٧٩، و Nelson ١٩٨٥. ومجلة الزراعة فى الشرق الأوسط — العدد الرابع ١٩٨٥).

إن معدل تدفق المحاليل المغذية فى مزارع تقنية الغشاء المغذى لهو من الأهمية بمكان نظرًا لأن ما يتبقى منه بالقنوات يكون قليلاً جدًّا بعد توقف المضخة، وخاصة فى المراحل الأولى للمزرعة — حيث يقل ما يتبقى من المحلول عالقًا بالجذور — ثم بعد ذلك عندما يبدأ النمو الجذرى الغزير فى ملئ قاع القنوات أو الأنابيب ويحد من تدفق المحلول وانصرافه. وفى هذا الوقت تكون الجذور حساسة لأضرار الغدق إذا ما ظلت مغمورة بالمحلول ولو لفترات قصيرة.





شكل (٦–٥) (أ) – تصميم مزرعة تقنية الغشاء المغذى، ب– التصور العام لكيفية تصميم قناة الزراعة فى تقنية الغشاء المغذى، وحركة المحلول المغذى على شكل غشاء رقيق فيها

ولذا . يتعين التحكم فى معدل التدفق، وفى دورات عمل وتوقف المضخات خلال موسم النمو لتجنب الأضرار المحتملة وعادة يكون معدل التدفق فى أنظمة أنابيب الـ PVC حوالى ٥ ٠–٧٥ ٠ لتر فى الدقيقة لكل أنبوب خلال دورة التشغيل. ويجب التأكد من أن جميع الأنابيب بالبيت المحمى الواحد تتلقى نفس التدفق للمحلول المغذى وإذا وجد اختلاف بينها فإن ذلك يكون دليلاً على عدم تجانس الضغط أو حدوث انسداد فى الأنابيب الموزِّعة للمحلول المغذى

وفى بداية الموسم يتعين ضبط ساعة التشغيل (الـ timer) على ٩–١٠ دقائق تشغيل مع ٥–٦ دقائق توقف. ومع نمو المجموع الجذرى قد يحتاج الأمر إلى تعديل الساعة إلى ٨ دقائق تشغيل، و ٧ دقائق توقف للسماح بمزيد من الصرف. وإذا أصبح النمو الجذرى غزيرًا جدًا قد يحتاج الأمر إلى تعديل الساعة إلى ٥ دقائق تشغيل، و ١٠ دقائق توقف؛ لأجل تجنب تراكم المحلول المغذى فى نهايات الأنابيب.

إن تدفق المحلول المغذى من نهاية أنبوب الـ PVC يجب ألا يكون أكثر من مجرد التنقيط عندما تبدأ المضخة فى العمل فى بداية دورة التشغيل الجديدة. وفى معظم الحالات يفضل — عادة — التشغيل لمدة ٥ أو ٦ دقائق، مع التوقف لمدة ٩ أو ١٠ دقائق لتحقيق صرف مناسب. هذا .. علمًا بأن سوء الصرف يعنى تعرض الجذور لنقص فى الأكسجين المتاح لها؛ فتقل كفاءتها فى امتصاص الماء والعناصر، ثم ضعفها، وزيادة قابليتها للإصابة بالأمراض، وموتها.

وأهم وسائل تجنب مشكلة الغدق وسوء الصرف هى بإطالة فترة توقف المضخة فى كل دورة تشغيل، وخفض معدل التدفق إلى ٠,٥ لتر/دقيقة، وكذلك زيادة انحدار الأنابيب لجعل المحاليل أسرع تدفقًا فيها. وقد يتطلب الأمر تصميم النظام بطريقة تسمح بالتحكم فى زاوية انحدار الأنابيب خلال موسم النمو. هذا بالإضافة إلى أن الأنابيب يجب ألا يزيد طولها عن ٧,٥–٩ أمتار (Hochmuth ٢٠٠١أ).

وقد دُرس Evans-McLeod (١٩٩٣) تأثير استعمال محاليل مغذية تباينت فى التركيز الكلى للأملاح فيها بين ٠,٢ ، و ٢,٠ ملليموز/سم. بمعدلات تدفق تراوحت بين لترين، أو ١٢ لترًا/دقيقة على نمو عدة أصناف من الخس، ووجد أن تركيزات الأيونات الكلية العالية (١,٢–٢,٠ ملليموز/سم) ومعدلات التدفق المنخفضة إلى المتوسطة (لترين إلى ستة لترات/دقيقة) أعطت أفضل النتائج.

ويذكر El-Behairy وآخرون (١٩٩١) أن ضخ المحلول المغذى على فترات (لمدة ١٥ دقيقة كلما تجمع ٠,٣ ميجاجول MJ من الأشعة القصيرة الموجة/م^{٢} داخل الصوبة) فى

مزرعة الطماطم أدى إلى زيادة كفاءة استخدام الماء، وزيادة المحصول المبكر، ونقص النمو الجذرى، دون التأثير جوهريًا على المحصول الكلى، مقارنة بضخ المحلول المغذى بشكل عادى على صورة غشاء مستمر.

كذلك وجد Economakis (١٩٩٣) أن تدفئة المحلول المغذى إلى ٢٢°م مع ضخه على فترات (لمدة ١٥ دقيقة متواصلة فى كل نصف ساعة أو ساعة) أدت إلى زيادة محصول الطماطم المبكر خلال الشهر الأول من الحصاد، ولكن تلك المعاملة أدت إلى نقص المحصول الكلى مقارنة بمعاملة التدفق المستمر للمحلول المغذى مع عدم تدفئته.

المحاليل المغذية وخدمتها

تحضير المحاليل المغذية

اقترح A. Cooper استعمال المحلول المغذى المبينة مكوناته فى جدول (٦-١)، والذى يبلغ تركيز مختلف العناصر به كما فى جدول (٦-٢). وقد استعمله Cooper مع أكثر من ٥٠ نوعًا من الخضر ونباتات الزينة لمدة ثلاث سنوات دون أية مشاكل. هذا .. وتتوفر تحضيرات تجارية جاهزة من أملاح المحاليل المغذية خاصة بتقنية الغشاء المغذى، وتباع — عادة — فى مخلوطين منفصلين يضاف كل منهما منفردًا إلى خزان المحلول لمنع ترسب الأملاح. وفيما عدا ذلك .. فإن المحاليل المستعملة فى تقنية الغشاء المغذى لا تخرج فى جوهرها عما سبق بيانه فى الفصل الرابع.

وعمليًا يفضل تحضير محلولين قياسيين مركزين؛ يحتوى أحدهما على نترات الكالسيوم والحديد المخلبى فقط، بينما يحتوى الثانى على جميع الأملاح الأخرى المبينة فى جدول (٦-١) ويجرى ذلك بإذابة عشرة أمثال الكميات الموضحة من كل ملح سمادى فى جدول (٦-١) فى ٤٥ لترًا من الماء لكل محلول قياسى مركز فمثلاً .. يلزم لتحضير المحلول الأول ١٠٠٣ جرامًا من نترات الكالسيوم، و ٧٩ جرامًا من الحديد المخلبى تُذاب فى ٤٥ لترًا من الماء .. وهكذا بالنسبة للمحلول القياسى المركز الثانى،